

# Den cirkulære tankegang i kunstgræsbaner

## - set i lyset af grundvandsbeskyttelsen

Senior Specialist Kim Haagensen

Civilingeniør, Kemi

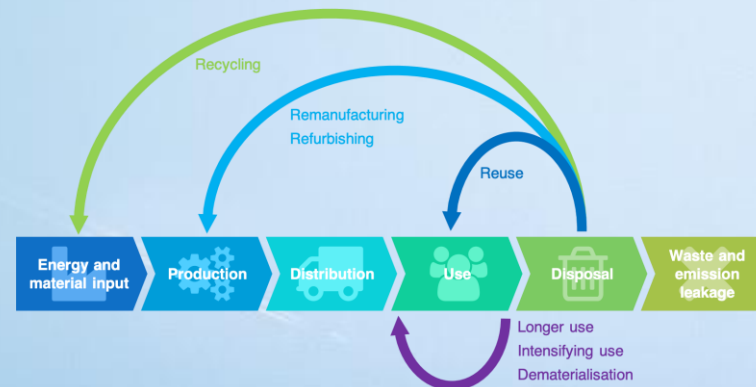
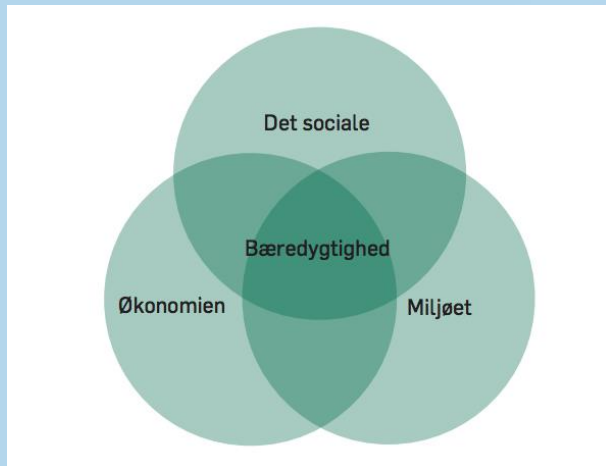
WSP Danmark A/S



Bæredygtighed – Verdensmål – Cirkulær Økonomi

## Mine budskaber i dag:

Vi er nødt til at tænke cirkulært – med fornuft  
Kunstgræsbaner kan nyttiggøre recirkuleret materiale  
Kan etableres med meget lav belastning af grundvand  
Og minimalt tab af granulat  
Men vi skal konstant søge mere viden.



## Baneopbygning - materialer

Baneareal typisk ca. 8.000 – 10.000 kvm.

Kunstgræstæppe – ca. 2 – 2,5 kg per kvm

Granulat – gummi ca. 10-15 kg per kvm

Højde af granulat godt 12 mm (1 kg per mm)

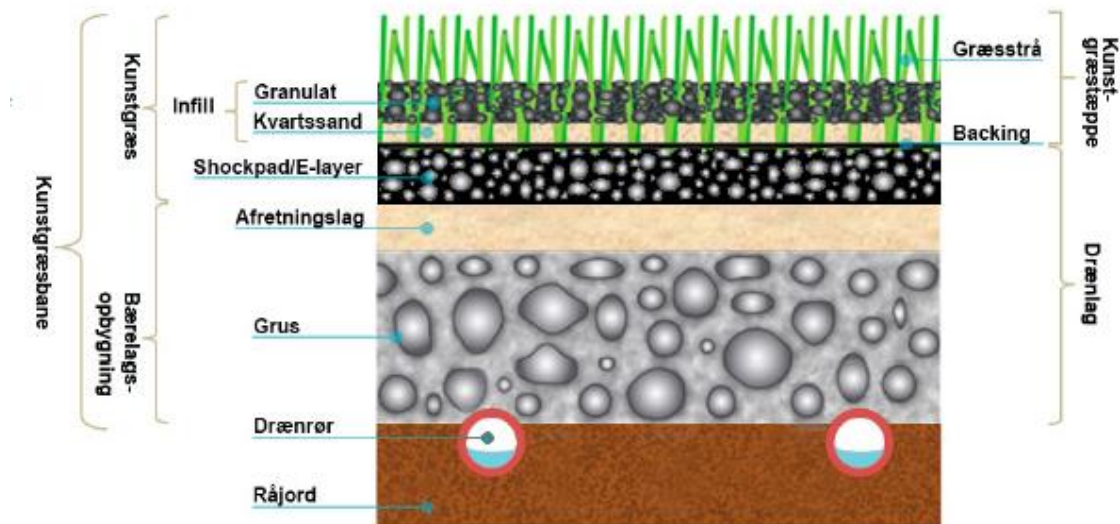
Densitet: gummi 800-1.050 kg/m<sup>3</sup> SBR: 1.100 kg/m<sup>3</sup>

Densitet: kork 220 kg/m<sup>3</sup> (kork ca. 2 kg per kvm)

Shockpad/E-layer – ca. 2-10 kg per kvm

Argumentation for kunstgræs:

- Teknisk god performance, jævn, ensartet
- Med lysanlæg fås mange spilletimer/-dage
- Erstatte græsbane + grusbane (2-i-1)



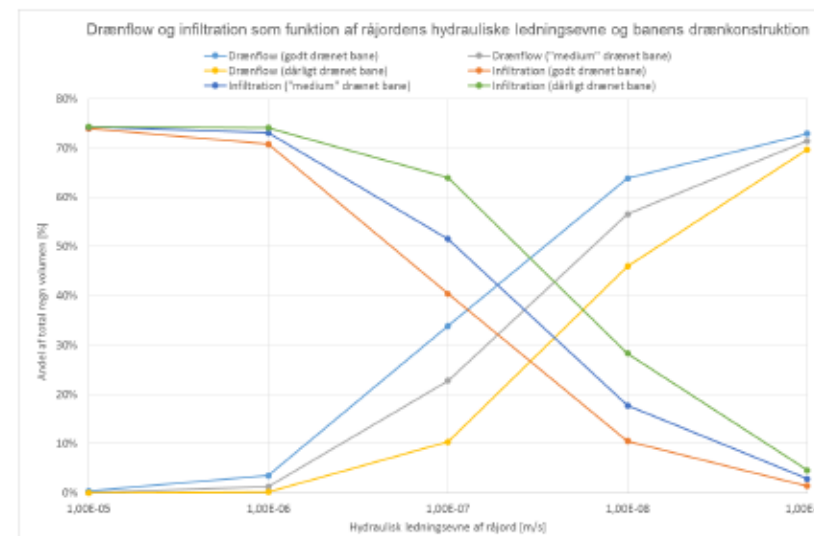
## Vandbalance - infiltration

Skønnet initialtab i græstæppe: 2 mm per hændelse, samlet ca. 26% af bruttonedbør eller 158 mm/år.

Drænaflledning kræver tilslutning eller udledning.

|                                  | mm/år | m <sup>3</sup> per hektar årligt | I alt per bane m <sup>3</sup> /år |
|----------------------------------|-------|----------------------------------|-----------------------------------|
| <b>Bruttonedbør</b>              | 745   | 7.450                            | 7.450                             |
| <b>Initialtab og fordampning</b> | 158   | 1.580                            | 1.580                             |
| <b>Nettonedbør</b>               | 587   | 5.870                            | 5.870                             |
| <b>Afdræning</b>                 | 235   | 2.350                            | 2.350                             |
| <b>Infiltration</b>              | 352   | 3.520                            | 3.520                             |

DHI/Orbicon rapport – 2017: Vandbalance for kunstgræsbaner



Figur 6.1 Drænflow og infiltration som funktion af råjordens hydrauliske ledningsevne og banens drænkonstruktion.



# Generelt om materialer i udemiljøet

## Holdbarhed og levetid - funktionalitet

- Udsat for temperatursvingninger - kraftig varme til frost, tab af flygtige stoffer, dekomponering ved frostsprængning
- Udsat for vandstress – befugtning, udtørring, udvaskning af vandopløselige stoffer og strukturkomponenter
- Udsat for energistress – UV stråling (høj-energi stråling)
- Udsat for saltstress (hvis saltning)
- Kørsel med maskinel
- Påvirkning fra aktiviteter på banen

**Materialerne i bildæk er skabt til at være holdbare under disse forhold**



# Generelt om materialer og indholdsstoffer

## DEKLARATION

Oplysningspligten jf. REACH

- Grundkomponenter >1% (10.000 mg/kg)
- Farlige stoffer >0,1% (1.000 mg/kg)

Stoffer med særlig regulering – fx PAH'er i dæk

Produkter i CØ følger også markedsreguleringen.

Men er det tilstrækkeligt til at honorere krav i miljølovgivningen?

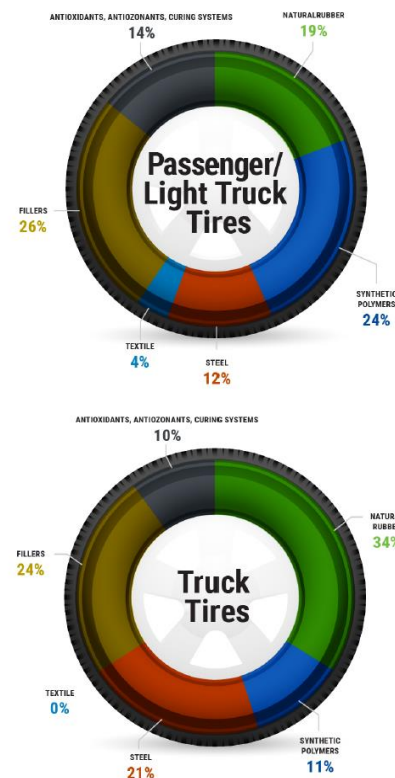
Udvaskning – fordampning?

# Sammensætning af dæk

## Hovedkomponenter

- Naturgummi
- Syntetisk gummi (SBR oftest)
- Stål og tekstil
- Fillers (Carbon Black, Silica)
- Additiver og reaktionskomponenter til vulkanisering
  - Antiozonanter
  - Antioxidanter
  - Blødgørere – bl.a. DINP, DnOP (og erstatning for extenter oil med PAHer)
  - Zink – tidligere oxid nu stearat med mindsket forbrug
  - Benzothiazole mv. som reagerer ved vulkaniseringen

Generelt har vi med produktsammensætningen tilført holdbarhed og levetid til dæk, som produktet stadig indeholder efter ophør af funktionalitet.





## End-of-Life Tyres – en ressource (CØ)

### Nyttiggørelse af dæk

Granulering for genanvendelse af stål og tekstil

Separering af granuleret materiale efter størrelse for specifikke nyttiggørelser → mikro gummi og støv

Udnyttelse af den iboende holdbarhed, levetid og funktionalitet (elasticitet)

Begrænset udvaskning som følge af materialets kompakte sammensætning og let vandskyende overflade





Section name

## Kunstgræsbane Tingbjerg - Gummigranulat





Section name

## Kunstgræsbane Tingbjerg - Gummigranulat





## Kunstgræsbane Tingbjerg - Gummigranulat



Generel tendens til materialevandring ud mod kanten – svært at "trække" materiale tilbage.



Section name

## Kunstgræsbane Tingbjerg - Gummigranulat





Section name

**Bedst performance: gummigranulat**  
**Alternativ: korkgranulat?**





Section name

## Kunstgræsbane Tingbjerg - Korkgranulat





## Sådan kan der se ud ved snerydning på kork og på gummi baner





# Viden om udvaskning fra SBR og andre gummigranulater

## DHI / BIOFOS rapport (2017)

Tabel 2.6 Sammenligning mellem målte koncentrationer i drænvand og grundvandskvalitetskrav (µg/L). Hvis medianværdien er over grundvandskvalitetskriteriet, er feltet farvet rødt; hvis medianværdien er under kvalitetskravet, men hvis der er målt værdier over grundvandskvalitetskravet, er feltet farvet orange.

| Parameter     | Sand infill      | Kork/kokos infill   | Gråt industrigummi infill | Sort SBR infill    | Grundvands-kvalitetskrav          |
|---------------|------------------|---------------------|---------------------------|--------------------|-----------------------------------|
| Arsen         |                  | 1,4 (0,60-1,8)      | 4,3                       | 3,6 (0,30-9,7)     | 8                                 |
| Bly           | <0,5             | 0,82 (<0,1-1,5)     | 5,0 (<0,5-53)             | 2,2 (0,013-35)     | 1                                 |
| Cadmium       |                  | 0,026 (0,014-0,044) | 0,21 (0,086-0,43)         | 0,082 (<0,05-0,55) | 1                                 |
| Kobber        | 3,6 (<0,5-8,2)   | 12 (2,5-18)         | 5,1 (1,7-8,4)             | 8,4 (<0,1-47)      | 100                               |
| Kobolt        |                  | 0,3 (<0,4-0,5)      | 1,4 (<0,5-2,6)            | 2,3 (0,091-10)     | -                                 |
| Krom          |                  |                     | 4,3 (1,0-7,5)             | 6,1 (<0,04-57)     | 25 (sum af krom III+krom VI)      |
| Kviksølv      |                  | <0,05               | 0,15 (<0,2-0,25)          | <0,2 (<0,002-0,57) | 0,1                               |
| Nikkel        |                  | 4,0 (<0,1-6,3)      | 4,4 (2,2-6,5)             | 7,5 (0,015-180)    | 10                                |
| Zink          | 18 (<5-44)       | 96 (88-109)         | 45 (<5,0-280)             | 210 (<0,5-4000)    | 100                               |
| DEHP          | 0,52 (0,19-0,78) | 0,14 (<0,1-0,32)    | 2,6 (<0,1-30)             | 2,2 (<0,1-28)      | 1                                 |
| Phenol        |                  |                     | <0,05                     | 0,094 (<0,05-0,45) | 0,5                               |
| Nonylphenoler | <0,05            | 0,53 (0,23-0,82)    | 0,036 (<0,05-0,16)        | 0,29 (<0,004-2,7)  | 20 (Σ octylphenol og nonylphenol) |
| Octylphenoler | <0,1             |                     | <0,1                      | 0,22 (<0,004-1,2)  |                                   |
| Sum C5-C40    |                  |                     | 82                        | 24 (1,1-180)       |                                   |

Bly: 0,7 og 0,48

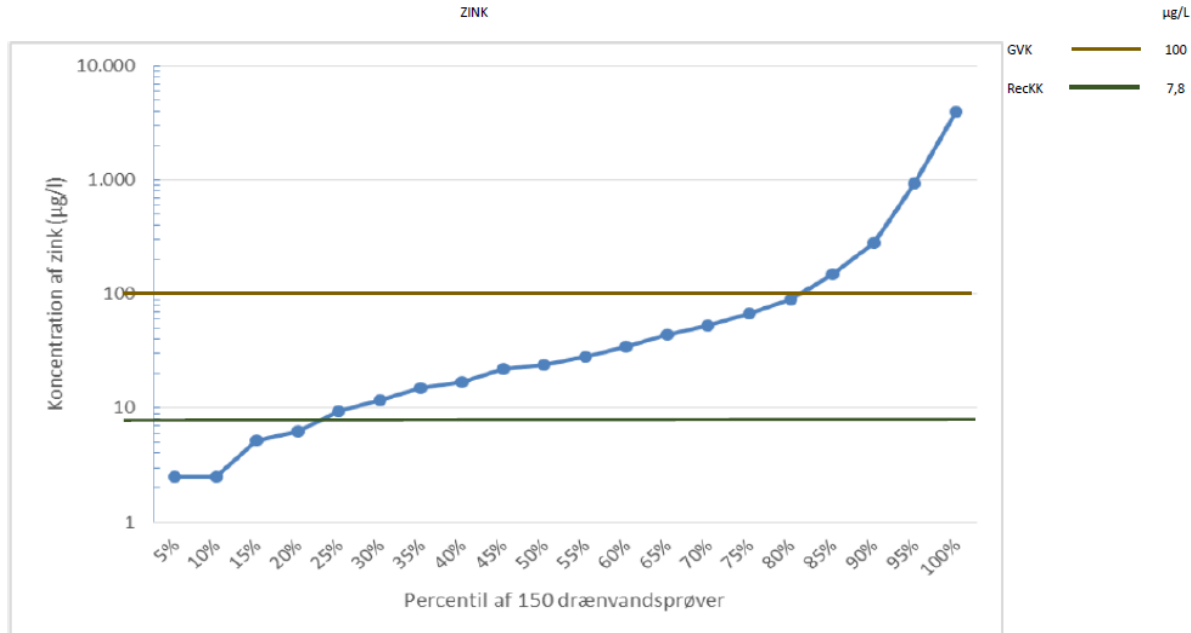
Zink: 90, 18 og 27  
DEHP: 0,7 og 0,36



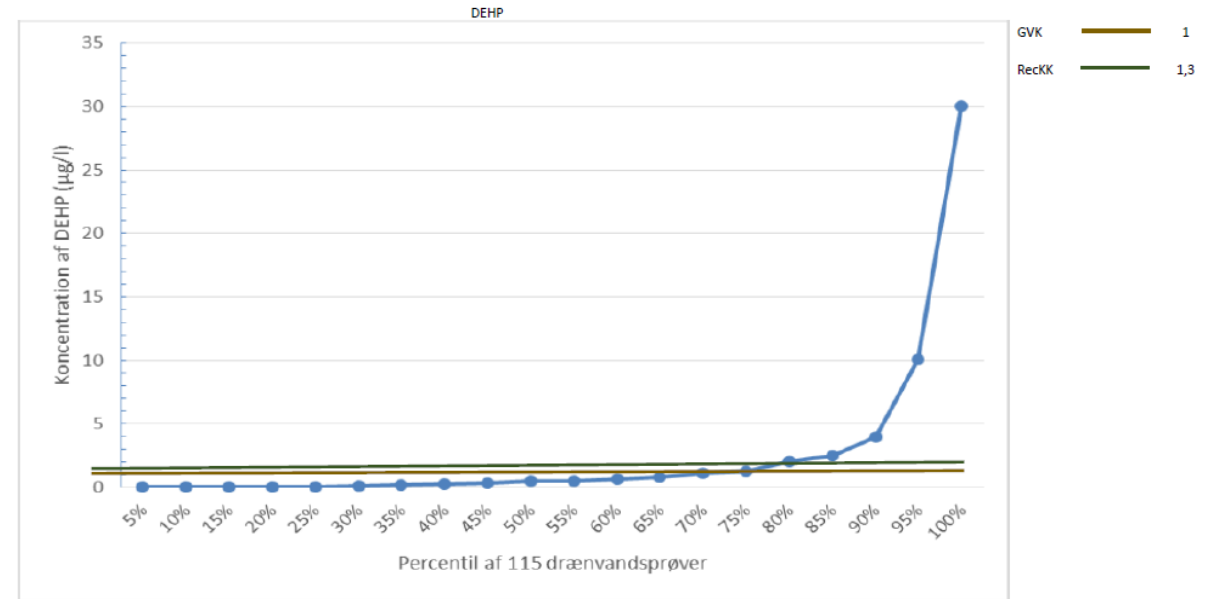
# Viden om udvaskning fra SBR og andre gummigranulater

DHI / BIOFOS rapport (2017)

ZINK



DEHP



## Tab af granulat – mikrogummi

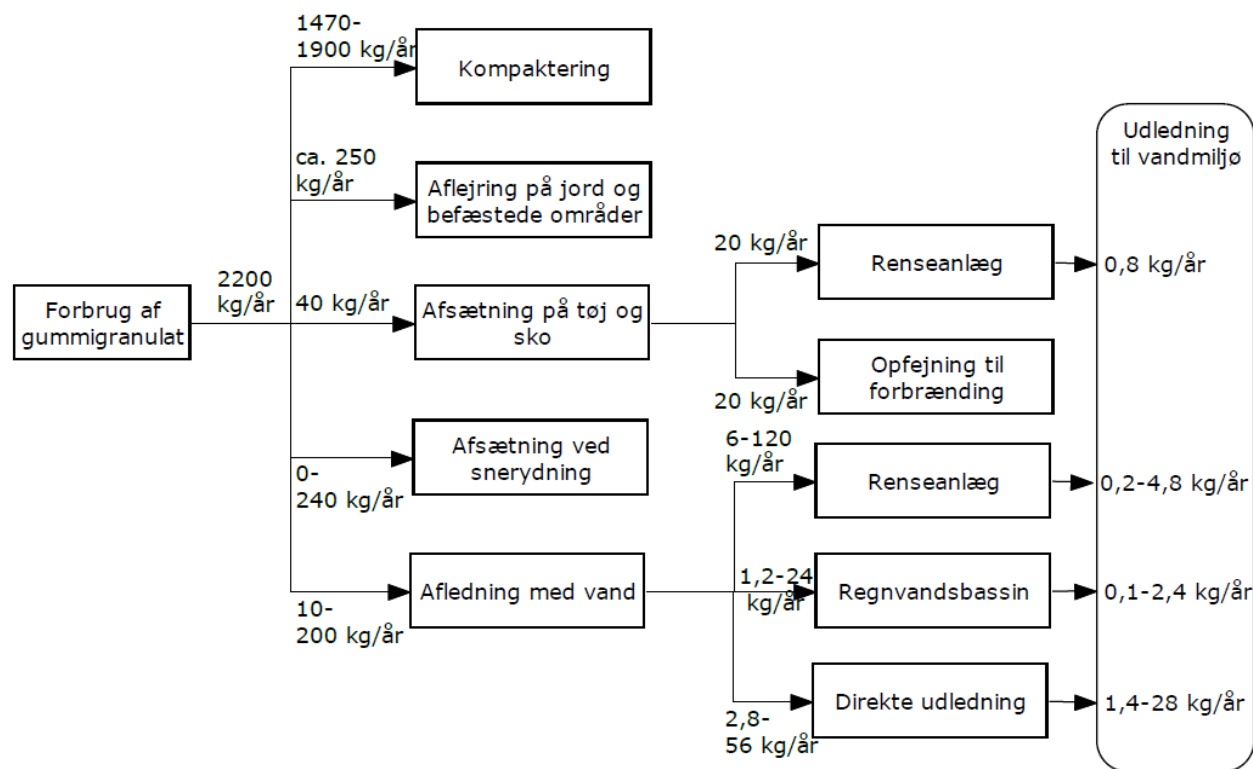
**Teknisk set er det mikrogummi, og det indgår i opgørelserne af tilført mikroplast til fx havet.**

- Mikroplast er defineret som partikler af plast/gummi/xx polymer med størrelser fra 1  $\mu\text{m}$  til 5.000  $\mu\text{m}$  (5 mm)
- Gummigranulat til kunstgræsbaner er ca. 0,8 – 4 mm
- I dag er størrelsesfordelingen i produkterne meget bedre end i de tidlige produkter, hvor bla. Fint materiale var tilstede.
- Tabet sker ikke ned gennem banen (udvaskning af mikrogummi) men væk fra fladen:
  - Med de aktive
  - Ud over banekant – maskinel omfordeling – maskinel rensning



## Tab af granulat – TI (2018)

### Massebalancer af gummigranulat



**Figur 1 Fordeling af massebalancen for gummigranulat ved inddragelse af den nyeste litteratur. Tallene er baseret på de bedste skøn baseret på målinger og vurderinger, men der er store usikkerheder i tallene. For at opnå sikre tal skal der gennemføres yderligere målinger.**

## Tab af granulat – Ecoloop SE (2019)

### Massestrømme af gummigranulat

### Moderne bane med forebyggelse - Kalmar

| <i>Dispersal route</i>                                               | <i>Potential annual spread (kg)</i>          | <i>Spread that can be prevented (%)</i> | <i>Spread to recipient</i> |
|----------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|-----------------------------------------|----------------------------|
| <i>A. Stormwater drains<br/>(mp &gt; 200 µm)</i>                     | ~ 15.5 kg                                    | ~ 100 %                                 | -                          |
| <i>B. Surface water from asphalt<br/>(10 µm &lt; mp &lt; 200 µm)</i> | ~ 0.01 kg                                    | ~ 100 %                                 | -                          |
| <i>C. Drainage water from the pitch (10 µm &lt; mp)</i>              | ~ 0.07 kg                                    | ~ 100 %                                 | -                          |
| <i>D. Collection well<br/>(10 µm &lt; mp &lt; 100 µm)</i>            | ~ 0.1 kg<br>(of which approx. 10 % granules) | 0 %                                     | 0.1 kg                     |
| <b><i>TOTAL*</i></b>                                                 |                                              | <b>&gt; 99 %</b>                        | <b>0.1 kg</b>              |

\* The detection limit for microplastics in water is 10 µm with the analytical methods used. Microplastics below this size are not quantified.



## Tab af granulat – mikrogummi

**Mit bud er, at der også ligger store mængder "gemt" i ekstra påfyldning.**

**HUSK: +1 mm svarer til ca. 8 tons**

På grund af risiko for tab af granulat, så arbejder vi med inddæmning

- Derfor følgende tiltag:
  - Indretning og drift: barrierer, opsamlingsplads til sne, materielplads
  - De aktive: hensigtsmæssig påklædning (sko med strømper, ingen lommer eller lynlåslommer), indretninger til nem fjernelse af granulat (bænke, lys etc.), Nudging

## Korkgranulatet – er det et alternativ?

### Problemstillinger

- Er det lineært eller cirkulært?
- Holdbarhed – levetid
- Er der udvaskning?
- Er det bæredygtigt?

Vi har i WSP prøvet at kigge på disse spørgsmål.



## Kork som produkt

Korkgranulat er ikke affald, men et produkt der bruges til at fremstille korkblokke hvorfra nye produkter fremstilles

Korkegen vokser hovedsagelig i Portugal, Spanien og Nordafrika – det vestlige Middelhavsbassin.

Kork ressourcen er indenfor nærmeste tidshorisont endelig – det tager 20 år før en korkeg giver første høst

Korkegen er truet af klimaforandringer – her især tørke og deraf følgende brand

Efter høst behandles stammen med pesticider – tidligere pentachlorphenol som nu er udfaset i EU men stadig bruges i fx nordafrika – nu fx thiophanatmethyl hvis første nedbrydningsprodukt er carbendazim

Interessererede kan google « Cork Boiling Wastewater » eller « Pentachlorphenol Cork »

## Kork – bæredygtighed og holdbarhed

### Forbrug og fodaftryk

1,5 kg kork per kvm

Banestørrelse 7.900 kvm

Svind 5% årligt; 10 år + initial tilsat: 17.800 kg

Forbrug årligt: 1.780 kg/år

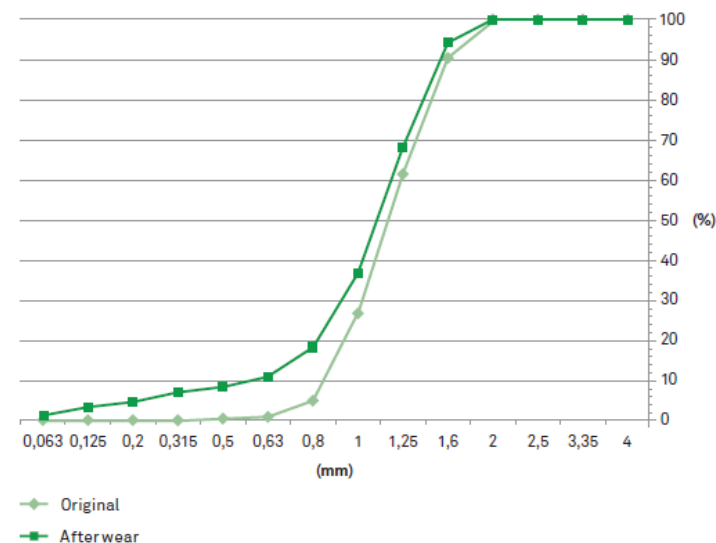
Portugal producerer ca. 152 kg/ha/år

En bane på 0,79 ha vil kræve 12 ha savanneområde med korkeg ( 40% spild fra produktionsprocessen)

Ingen genanvendelse

### Holdbarhed / Levetid

#### Amorim stress-test





## Supplerende tiltag for minimering af risiko for grundvand

### Saltning

Ca. 0,3 kg salt/m<sup>2</sup> giver ca. 300 mg Cl/L

Miljøstyrelsen (2016):  
Miljøprojekt nr. 1935

Påvirkning af grundvand ved  
nedsivning af tømidler fra  
kunstgræsbaner

### Ukrudsbekæmpelse

Undgå skyggeområder (mos)

Undgå løvfald mv. (vækst)

Fjern løbende vækst manuelt

### Inddæmning af granulat

WSP's anbefalinger:

- Inddæmning, barrierer
- Mulighed for afbørstning ved banerne
- Nudging af aktive til at tømme lommer og sko, købe det rigtige udstyr

## Alternativerne til SBR granulat og CØ har andre problemstillinger

### Ringere performance

Baner med korkgranulater har ringere performance

Baner med andre gummigranulater er nye produkter

MEN – der forskes i andre granulater

### Andre indholdsstoffer

I nye produkter vil der løbende blive ændret på indholdsstofferne:

- Teknisk bedre
- Problemer med gamle stoffer

Kan vi blive ved med at lave nye risikovurderinger?

### Begrænsede ressourcer

Naturprodukter som kork er en begrænset ressource, og fodafttrykket for en bane er betydeligt.

Korkgranulat er ikke affald, men bliver det efter at have været udlagt på en bane



## End-of-Life-[Kunstgræsbaner]

### Re-Match

Dansk virksomhed der adskiller  
udslidte kunstgræsbaner i 4 fraktioner:

- Græsfibre
- Sand
- Gummi
- Backing



# Tak for opmærksomheden



[wsp.com](http://wsp.com)